

**PERENCANAAN MECHANICAL ELECTRICAL DAN PLUMBING
RENOVASI GEDUNG F FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURAKARTA**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

ARIEF SETIYAJI

D 400 140 136

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN
PERENCANAAN MECHANICAL ELECTRICAL DAN PLUMBING
RENOVASI GEDUNG F FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURAKARTA

PUBLIKASI ILMIAH


oleh:

ARIEF SETIYAJI

D 400 140 136

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing

 21/2-18

Hasyim Asy'ari, S.T, M.T.

NIK.981

HALAMAN PENGESAHAN

**PERENCANAAN MECHANICAL ELECTRICAL DAN PLUMBING
RENOVASI GEDUNG F FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

OLEH
ARIEF SETIYAJI

D 400 140 136

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 24 Juli 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **Hasyim Asy'ari, S.T, M.T.**

(Ketua Dewan Penguji)

2. **Aris Budiman, S.T, M.T.**

(Anggota I Dewan Penguji)

3. **Agus Supardi, S.T, M.T.**

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D.

NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ke tidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Juli 2018

Penulis



ARIEF SETIYAJI
D 400 140 136

PERENCANAAN MECHANICAL ELECTRICAL DAN PLUMBING RENOVASI GEDUNG F FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Abstrak

Demi meningkatkan kualitas dan kuantitas pendidikan mahasiswa UMS (Universitas Muhammadiyah Surakarta) melakukan renovasi gedung F fakultas teknik untuk menunjang sarana dan prasarana kegiatan masyarakat akademi UMS. Pelaksanaan renovasi gedung F Fakultas Teknik UMS, perlu dilakukan sebuah perencanaan MEP (*Mechanical, Electrical dan Plumbing*). Perencanaan ini diharapkan gedung F Fakultas Teknik UMS memiliki sistem sarana dan prasarana gedung yang aman dan handal. Dalam perencanaan ini menggunakan metode perhitungan sistem MEP untuk dapat menentukan kebutuhan instalasi yang diperlukan, dan dilengkapi *software* AutoCAD serta Dialux. Penggunaan *software* Dialux sebagai simulasi untuk menentukan titik lampu. Diagram garis tunggal dan perencanaan instalasi sistem MEP digambar dengan *software* AutoCAD untuk mempermudah tata letak instalasi berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi. Hasil perencanaan ini didapatkan nilai total arus beban 863,13 A dengan menggunakan gawai proteksi MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) pada panel distribusi utama 1000 A dan penghantar dengan kabel 8xNYFGbY 1x185 mm². Daya semu yang dibutuhkan sebesar 568,12 KVA. Kebutuhan air bersih sebesar 961,4 m³ dan air untuk sistem pemadam kebakaran sebesar 113,55 m³ dengan kecepatan aliran 1000 GPM (Galon Per Menit) serta *ground tank* kapasitas 2302,437 m³ dengan dimensi 34 m x 34 m x 2 m.

Kata Kunci: AutoCAD, Dialux, Kelistrikan, *Mechanical, Plumbing*.

Abstract

In order to improve the quality and quantity of education UMS (University of Muhammadiyah Surakarta) students to renovate the building F Faculty of engineering to support facilities and infrastructure activities UMS academic community Implementation of building renovation F Faculty of Engineering UMS, need to do a planning include planning MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing). Planning is expected to building F Faculty of Engineering UMS has a system of facilities and building infrastructure that is safe and reliable. In this plan using MEP system calculation method to be able to determine the necessary installation needs and equipped with software AutoCAD and Dialux. The use of Dialux software as a simulation to determine the point of light. Single line diagram and MEP system installation planning are drawn with AutoCAD software to simplify the installation layout based on calculation and simulation results. The result of this planning is obtained by total value of 863,13 A load current by using MCCB protective device (Moulded Case Circuit Breaker) at main distribution panel 1000 A and conductor with 8xNYFGbY 1x185 mm² cable. Required power required for KVA. Clean water requirement of 961,4 m³ and water for firefighting system equal to 113,55 m³ with flow speed 1000 GPM (Gallon Per Minute) and ground tank capacity 2302,437 m³ with dimension 34 m x 34 m x 2 m.

Keywords: AutoCAD, Dialux, Electrical, Mechanical, Plumbing.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia yang memasuki zaman globalisasi diiringi perkembangan teknologi dan informasi yang semakin canggih menyebabkan tantangan pelaku sejarah zaman ini semakin berat. Demi terciptanya generasi penerus yang mampu bersaing di era globalisasi pendidikan merupakan kunci utamanya. Dalam rangka memajukan kualitas dan kuantitas pendidikan mahasiswa, pihak Universitas Muhammadiyah Surakarta melakukan renovasi gedung F Fakultas Teknik untuk menunjang kegiatan masyarakat akademi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada tahap pelaksanaan Renovasi Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, perlu dilakukan sebuah perencanaan MEP (*Mechanical, Electrical Plumbing*). Perencanaan sistem instalasi listrik harus sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia yaitu PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011 dan undang - undang tenaga listrik tahun 2017. Pada gedung bertingkat biasanya membutuhkan energi listrik yang cukup besar, oleh karena itu pendistribusian energi listrik harus diperhitungkan sebaik mungkin agar energi listrik dapat terpenuhi dengan baik. (Wang lie and Liete Vernand 2016).

Perencanaan sistem instalasi listrik meliputi perhitungan dan simulasi titik lampu pada setiap ruangan, kebutuhan AC, luas penampang kabel yang digunakan, jumlah beban yang terpakai dan fleksibilitas sistem yaitu jaringan harus memberi kemungkinan untuk penambahan beban walau tetap harus dalam batas ekonomis. Dengan demikian jika suatu saat ada tambahan beban yang wajar maka tidak diperlukan perombakan atas jaringan listrik yang lama secara total.

Dalam sistem distribusi listrik harus seimbang pada pembagian arus beban sesuai standar yang diberlakukan untuk menghindari terjadinya beberapa kemungkinan, salah satunya terjadinya hubung singkat yang dapat menyebabkan kebakaran. Untuk mengantisipasi terjadinya hal tersebut, selain sistem instalasi yang sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku juga diperlukan perencanaan sistem *plumbing* yang terdiri dari perhitungan kebutuhan air bersih, kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dan perencanaan pembuangan air kotor.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut masalah yang timbul pada penelitian ini yaitu :

1. Berapa total beban listrik yang dibutuhkan Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Berapa kebutuhan air bersih, *hydrant* dan penangkal petir.
3. Perencanaan instalasi sistem kelistrikan, air bersih, dan *hydrant* pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah di dalam perencanaan MEP ini sebagai berikut :

1. Menentukan kebutuhan titik lampu, AC, stop kontak dan beban yang lainnya.
2. Menentukan kebutuhan air bersih, air kotor, dan air untuk pemadam kebakaran.
3. Menentukan kapasitas lift, pompa air bersih dan pompa untuk air pemadam kebakaran.
4. Membuat simulasi pencahayaan dengan *software* Dialux versi 4.
5. Membuat diagram satu garis sistem kelistrikan dan air bersih dengan menggunakan *software* AutoCAD 2018.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui kebutuhan beban kelistrikan, seperti instalasi lampu, AC, stop kontak, lift dan pompa yang ada dalam suatu bangunan gedung bertingkat.
2. Mengetahui kebutuhan air bersih, air kotor dan air untuk pemadam kebakaran.
3. Membuat simulasi pencahayaan dan desain sistem kelistrikan dan *plumbing*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu :

1. Menambah pengetahuan pada instalasi sistem MEP yang sesuai dengan standar.
2. Mengasah keterampilan di dalam menggunakan *software* komputer seperti AutoCAD, Dialux, dan MS Office untuk keperluan perencanaan.

1.5 Landasan Teori

Dalam perencanaan ini untuk menghitung kebutuhan sistem MEP menggunakan persamaan dan teori sebagai berikut :

1. Menentukan kebutuhan titik lampu dalam ruangan

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

N = Jumlah Titik Lampu

E = Kuat Penerangan (Lux)

L = Panjang Ruang (m)

W = Lebar Ruang (m)

ϕ = Total Lumen Lampu (lm)

LLF = *Light Loss Factor* / Faktor Cahaya Rugi (0,70–0,80)

CU = *Coefficient of Utilization* / Faktor Pemanfaatan (50 %–65 %)

n = Jumlah Lampu dalam 1 Titik Lampu

2. Menentukan Kapasitas Pengatur Suhu Ruangan (*Air Conditioner*)

$$\text{Kapasitas AC} = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60} \text{ Btu / jam} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

L = Panjang (*feet*)

W = Lebar (*feet*)

H = Tinggi (*feet*)

I = Nilai 10 jika ruang berisolasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain).

Nilai 18 jika ruang tidak berisolasi (di lantai atas).

E = Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap utara;

Nilai 17 jika menghadap timur;

Nilai 18 jika menghadap selatan;

Nilai 20 jika menghadap barat.

3. Menghitung Arus Beban Listrik

Sebagai salah satu komponen listrik yang paling penting, pemutus rangkaian atau *breaker* telah banyak digunakan untuk perlindungan di semua jenis sistem distribusi listrik. (Fei Yang ,2013)

Arus beban 1 fase :

$$I_n = \frac{P}{V_{LN} \cdot \cos \theta} \dots\dots\dots (3)$$

Arus beban 3 fase :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

I_n = Arus nominal (A)

P = Daya (Watt)

V_{L-N} = Tegangan fase – netral (V)

V_{L-L} = Tegangan fase - fase (V)

Cos φ = Faktor daya

4. Sistem Transportasi Vertikal (Lift)

Gedung ini terdapat *lift* berfungsi sebagai sarana transportasi vertikal orang atau barang.

5. Perhitungan *Plumbing*

- a) Memperkirakan jumlah penghuni dalam suatu gedung.

$$\text{Jumlah orang per lantai} = \frac{\text{Netto x Luas Gedung}}{\text{Pemakaian rata-rata orang/hari}} \dots\dots\dots (5)$$

Jumlah total penghuni = jumlah lantai x jumlah orang per lantai
- b) Menghitung kebutuhan air bersih

Kebutuhan air orang rata-rata / hari

Gedung Kantor = 100 Liter / Orang / Hari

Jadi total kebutuhan air = Jumlah total penghuni x Kebutuhan air orang rata-rata / hari (6)
- c) Menghitung kebutuhan air untuk pemadam kebakaran (*hydrant*)

Kebutuhan *hydrant* = Kapasitas *standpipe* yang digunakan (GPM) x Waktu pemadaman (7)
- d) Kapasitas *ground tank*

Ground tank minimal menampung kebutuhan penghuni selama 2 hari.

Kapasitas *ground tank* = (2 Hari x Kebutuhan air bersih) + (kebutuhan air pemadam kebakaran) + (*Safety Factor* 10 %) (8)
- e) Menentukan kapasitas *roof tank*

Kapasitas *roof tank* dihitung berdasarkan pada jumlah unit beban (FU). Jika sudah diketahui total FU bisa dilihat pada grafik unit beban alat *plumbing* dengan debit aliran serentak (beban/liter/min). Maka didapat berapa liter/min debit aliran air dalam gedung. Debit aliran ini digunakan untuk menentukan kapasitas *roof tank* dengan rumus :

Kapasitas *roof tank* = jumlah debit air x waktu pengisian *roof tank* (9)

6. Penangkal Petir

Pemasangan penangkal petir pada gedung sangat penting karena penangkal inilah yang dapat mengamankan peralatan listrik, instalasi ini akan mengalihkan besarnya tegangan yang didapat pada saat petir menyambar ke tanah (titik netral) dan dialirkan melalui penghantar dari tembaga murni.

2. METODE

Metode yang digunakan untuk perencanaan ini adalah:

1. Pengamatan denah gedung

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik gedung dan untuk mencari data dimensi ruangan yang menjadi faktor untuk perhitungan titik lampu, AC, stop kontak, kebutuhan air bersih, air kotor dan air pemadam kebakaran.

2. Studi literatur

Mempelajari tentang standarisasi instalasi MEP sebagai dasar untuk membuat perencanaan.

3. Simulasi

Pada perencanaan ini menggunakan simulasi dengan *software* Dialux versi 4 untuk menentukan titik lampu.

4. Menentukan alat dan yang dibutuhkan

Penentuan bahan sangat penting di dalam sebuah perencanaan karena bahan yang sesuai standar memiliki keamanan yang baik supaya tidak menimbulkan kegagalan sistem.

2.1 Waktu dan Tempat

Rencana waktu perencanaan dan pembuatan laporan instalasi listrik Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dapat diselesaikan dalam waktu 3 bulan dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 1. Jadwal pelaksanaan perencanaan.

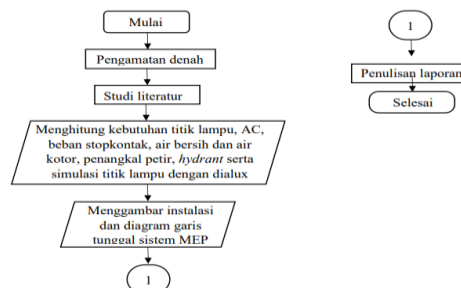
No	Kegiatan	Bulan ke 1				Bulan ke 2				Bulan ke 3			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	Konsultasi Pembimbing												
2.	Studi Literatur												
3.	Pembuatan Proposal												
4.	Analisa Perancangan												
5.	Pembuatan Pelaporan												

2.2 Peralatan Utama dan Pendukung

Pada perencanaan ini perhitungan kebutuhan dan beban kelistrikan dan *plumbing* menggunakan perhitungan dengan *software* Microsoft excel. Untuk simulasi distribusi cahaya lampu menggunakan *software* Dialux versi 4. Gambar denah instalasi dan diagram satu garis menggunakan *software* AutoCAD 2018.

2.3 Diagram Alir Penelitian

Berikut Diagram Alir penelitian :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan gambar denah gedung didapatkan data dan karakteristik untuk digunakan sebagai acuan untuk perhitungan. Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki luas bangunan 1231 m² dengan 8 lantai. Tinggi gedung 32 m. Gedung ini sebagai tempat belajar mengajar dan kantor dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3.1 Menentukan Titik Lampu

Penentuan titik lampu dengan cara menghitung dengan rumus dan simulasi dialux.

1. Perhitungan titik lampu

a) Ruang Kuliah

Dimensi dari ruang ini yaitu 7,2 m x 7,5 m dibutuhkan kuat penerangan 250 lux. Ruangan ini memakai jenis lampu TL LED 16 Watt dengan kap lampu TKO yang berisi 2 buah lampu pada 1 titik. Lumen yang dihasilkan satu lampu 16 Watt TL LED yaitu 1600 lm. Maka dapat diperoleh jumlah titik lampu :

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n}$$
$$N = \frac{250 \times 7,2 \times 7,5}{3200 \times 0,7 \times 65 \% \times 2}$$
$$N = 9,3$$

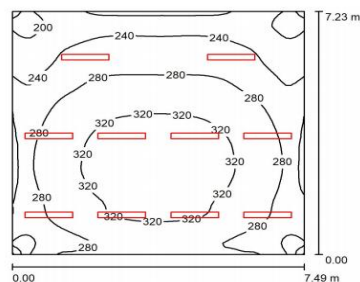
Jadi pada Ruang Kuliah membutuhkan 10 titik lampu

b) Ruang Lain

Untuk ruangan lainnya perhitungan dengan cara yang sama pada Ruang Kuliah, hanya saja kuat penerangan dan dimensi ruangan yang berbeda sehingga titik lampu yang dibutuhkan juga berbeda.

2. Perbandingan hasil simulasi dan perhitungan titik lampu

Pada perencanaan ini dilakukan simulasi penentuan titik lampu dengan *software* Dialux versi 4. Hasil dari simulasi dengan dialux sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil Simulasi dengan Dialux.

Dari hasil simulasi di atas dapat diketahui pada ruang kuliah dengan ukuran 7,2 m x 7,5 m yang dipasang lampu TKO 2 x 16 W TL LED 1600 lm didapat kuat pencahayaan 200 lux – 320 lux. Yang semula pada perhitungan ditentukan 250 lux. Hal ini terjadi karena dalam kalkulasi perhitungan manual tersebut hanya menghitung titik lampu dari rata – rata kuat pencahayaan saja, faktor yang tidak terdapat pada perhitungan manual antara lain sudut pencahayaan, jarak antar lampu, dan masih banyak lagi.

3.2 Stop Kontak

Penentuan kapasitas stop kontak disediakan pembatas arus 10 A dari panel ke 2-3 ruangan dengan titik stop kontak menyesuaikan fungsi dari ruangan. Jalur stop kontak tidak dihubungkan dengan beban lain seperti beban penerangan dan AC, agar saat terjadi gangguan pada jalur ini tidak mengganggu jalur lainnya.

3.3 Kapasitas AC

a. Ruang Kuliah

Dimensi dari ruang ini yaitu 7,2 m (24 ft) x 7,5 m (25 ft) tinggi 4 m (13 ft) terletak di lantai 4 (I = 10) dinding terpanjang menghadap selatan (E = 18) maka didapatkan kebutuhan AC :

$$\text{Btu/jam} = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60}$$

$$\text{Btu/jam} = \frac{24 \times 75 \times 25 \times 10 \times 18}{60}$$

$$\text{Btu/jam} = 22.866$$

Maka didapatkan AC 2 x 1,5 pk (12.000 btu/jam) pada ruangan ini.

b. Ruang Lain

Untuk ruangan lainnya perhitungan dengan cara yang sama pada Ruang Kuliah.

3.4 Penangkal Petir

Gedung f fakultas teknik UMS dengan tinggi bangunan kurang lebih 32 meter. Maka gedung ini akan dipasang penangkal petir tipe elektrostatis dengan R-150 pada tinggi tiang 20 meter. Jadi untuk melindungi gedung ini dari sambaran petir cukup dengan tinggi tiang 5 m yang memiliki radius proteksi hingga 37,5 meter.

3.5 Perhitungan Plumbing

a. Memperkirakan jumlah penghuni dalam suatu gedung.

$$\text{Jumlah orang lantai 1 dan 2} = \frac{80\% \times 1231}{10} \times 2$$

$$\text{Jumlah orang lantai 1 dan 2} = 196 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah orang lantai 3 – 8} = \frac{80\% \times 1192}{10} \times 6$$

$$\text{Jumlah orang lantai 3 – 8} = 570 \text{ orang}$$

Jumlah total penghuni = jumlah penghuni lantai 1 dan 2 + jumlah penghuni lantai 3 – 8

$$\text{Jumlah total penghuni} = 766 \text{ orang.}$$

b. Menentukan Kebutuhan Air Bersih

Total Kebutuhan Air Bersih = Jumlah Penghuni x rata-rata Kebutuhan per Orang / hari

$$= 766 \text{ orang} \times 100 \text{ liter / orang / hari}$$

$$= 961.400 \text{ liter / hari}$$

$$= 961.4 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

c. Menentukan Kebutuhan Air untuk Pemadam Kebakaran

Total Kebutuhan *hydrant* = Kapasitas (GPM) x Waktu x jumlah pipa tegak

$$= 500 \text{ GPM} \times 45 \times 2 = 45.000 \text{ GPM}$$

$$= 45.000 \text{ GPM} \times 3,785 \text{ liter / menit}$$

$$= 170.325 \text{ liter / menit}$$

$$= 170,325 \text{ m}^3$$

d. Menentukan Kapasitas *Ground Tank*

Ground tank diharapkan mampu menampung kebutuhan penghuni selama 2 hari.

Kapasitas *Ground Tank* = Air bersih + Air pemadam kebakaran

$$= ((2 \times 961.4 \text{ m}^3) + (170,325 \text{ m}^3))$$

$$= 2093,125 \text{ m}^3$$

$$+ \text{Safety Factor } 10\% = 110\% \times 2093,125 \text{ m}^3$$

$$= 2302,437 \text{ m}^3$$

Kapasitas *ground tank* 2302,437 m³, dimensi *ground tank* adalah 34m x 34m x 2m.

e. Menentukan Kapasitas *Roof Tank*

Kapasitas *roof tank* dihitung dengan jumlah FU tiap lantai. Total FU bisa dilihat pada grafik unit alat *plumbing* dengan debit aliran serentak (beban / liter / min) yang terdapat pada terlampir. Maka didapat jumlah FU 688 (700 L/menit pada grafik).

Roof tank direncanakan mampu menampung air selama 30-60 menit, maka:

$$\text{Kapasitas } \textit{roof tank} = \text{debit air} \times \text{rencana waktu pengisian}$$

$$= (700 \text{ liter / menit} \times 30 \text{ menit})$$

$$= 21,000 \text{ liter}$$

$$= 21 \text{ m}^3$$

3.5 Distribusi arus beban listrik

1) Panel Sub Distribusi

Dalam pembagian beban listrik harus dibagi dan dikelompokkan secara merata antara beban yang selalu digunakan dengan beban yang jarang digunakan yang terhubung ke fase R, S, dan T agar mendapatkan pembagian beban yang seimbang. (Edi Ridwan, 2015)

a. Panel Sub Distribusi Lantai 1

Beban pada panel sub distribusi Lantai 1 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

$$\text{Fasa R} = 18,71 \text{ A}$$

$$\text{Fasa S} = 18,91 \text{ A}$$

$$\text{Fasa T} = 22,54 \text{ A}$$

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 25 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 4 mm².

b. Panel Sub Distribusi Lantai 2

Beban pada panel sub distribusi Lantai 2 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

$$\text{Fasa R} = 92,25 \text{ A}$$

$$\text{Fasa S} = 87,59 \text{ A}$$

$$\text{Fasa T} = 88,26 \text{ A}$$

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 100 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 35 mm².

c. Panel Sub Distribusi Lantai 3

Beban pada panel sub distribusi Lantai 3 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

$$\text{Fasa R} = 108,79 \text{ A}$$

$$\text{Fasa S} = 107,36 \text{ A}$$

$$\text{Fasa T} = 108,66 \text{ A}$$

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 125 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 50 mm².

d. Panel Sub Distribusi Lantai 4

Beban pada panel sub distribusi Lantai 4 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

Fasa R = 71,23 A

Fasa S = 74,33 A

Fasa T = 73,58 A

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 80 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 25 mm².

e. Panel Sub Distribusi Lantai 5

Beban pada panel sub distribusi Lantai 5 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

Fasa R = 73,58 A

Fasa S = 73,58 A

Fasa T = 71,97 A

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 80 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 25 mm².

f. Panel Sub Distribusi Lantai 6

Beban pada panel sub distribusi Lantai 6 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

Fasa R = 74,5 A

Fasa S = 71,06 A

Fasa T = 73,58 A

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 80 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 25 mm².

g. Panel Sub Distribusi Lantai 7

Beban pada panel sub distribusi Lantai 7 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

Fasa R = 73,58 A

Fasa S = 73,58 A

Fasa T = 71,97 A

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 80 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 25 mm².

h. Panel Sub Distribusi Lantai 8

Beban pada panel sub distribusi Lantai 8 yaitu : AC, Penerangan, dan Stop Kontak.

Fasa R = 93,81 A

Fasa S = 93,81 A

Fasa T = 95,1 A

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 100 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 35 mm².

i. Panel Sub Distribusi Panel Pompa

Beban pada panel sub distribusi Panel Pompa yaitu : Pompa *Submersible* dan Pompa Transfer, Pompa *Jockey*, Pompa Elektrik untuk *hydrant*.

Arus Pompa *Submersible*

Jumlah pompa *submersible* 1 buah dengan daya 22 kW 3 fase 380 V.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{22.000}{\sqrt{3} 380.0,8}$$

$$I_n = 41,83 A$$

Arus Pompa Transfer

Jumlah pompa transfer 2 buah dengan daya 7,5 kW 3 fase 380 V pada satu pompa.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{7.500 \times 2}{\sqrt{3} 380.0,8}$$

$$I_n = 28,52 A$$

Arus Pompa *Jockey*

Jumlah pompa *jockey* 1 buah dengan daya 2,2 kW 3 fase 380 V pada satu pompa.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{2.200}{\sqrt{3} 380.0,8}$$

$$I_n = 4,18 A$$

Arus Pompa Elektrik untuk *hydrant*

Jumlah pompa elektrik untuk *hydrant* 1 buah dengan daya 22 kW 3 fase 380 V pada satu pompa.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{22.000}{\sqrt{3} 380,0,8}$$

$$I_n = 41,83 \text{ A}$$

Total arus panel sub distribusi pompa yaitu 116,36 A. Maka digunakan gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 125 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 50 mm².

j. Panel Sub Distribusi Panel Atap

Beban pada panel sub distribusi Panel Pompa yaitu : Lift dan Pompa *Booster*.

Arus Lift

Jumlah lift 4 buah dengan daya 17,7 kW 3 fase 380 V pada satu lift.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{17.700 \times 4}{\sqrt{3} 380,0,8}$$

$$I_n = 134,62 \text{ A}$$

Arus Pompa *Booster*

Jumlah pompa transfer 2 buah dengan daya 7,5 kW 3 fase 380 V pada satu pompa.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_{LL} \cdot \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{1.500 \times 2}{\sqrt{3} 380,0,8}$$

$$I_n = 5,7 \text{ A}$$

Total arus panel sub distribusi pompa yaitu 140,32 A. Maka digunakan gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 160 A. Kabel penghantar yang digunakan 1 x NYY 4 Inti dengan ukuran 70 mm².

2.) Panel Distribusi Utama

Total arus beban pada perencanaan Renovasi Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yaitu :

$$\text{Fasa R} = 863,13 \text{ A}$$

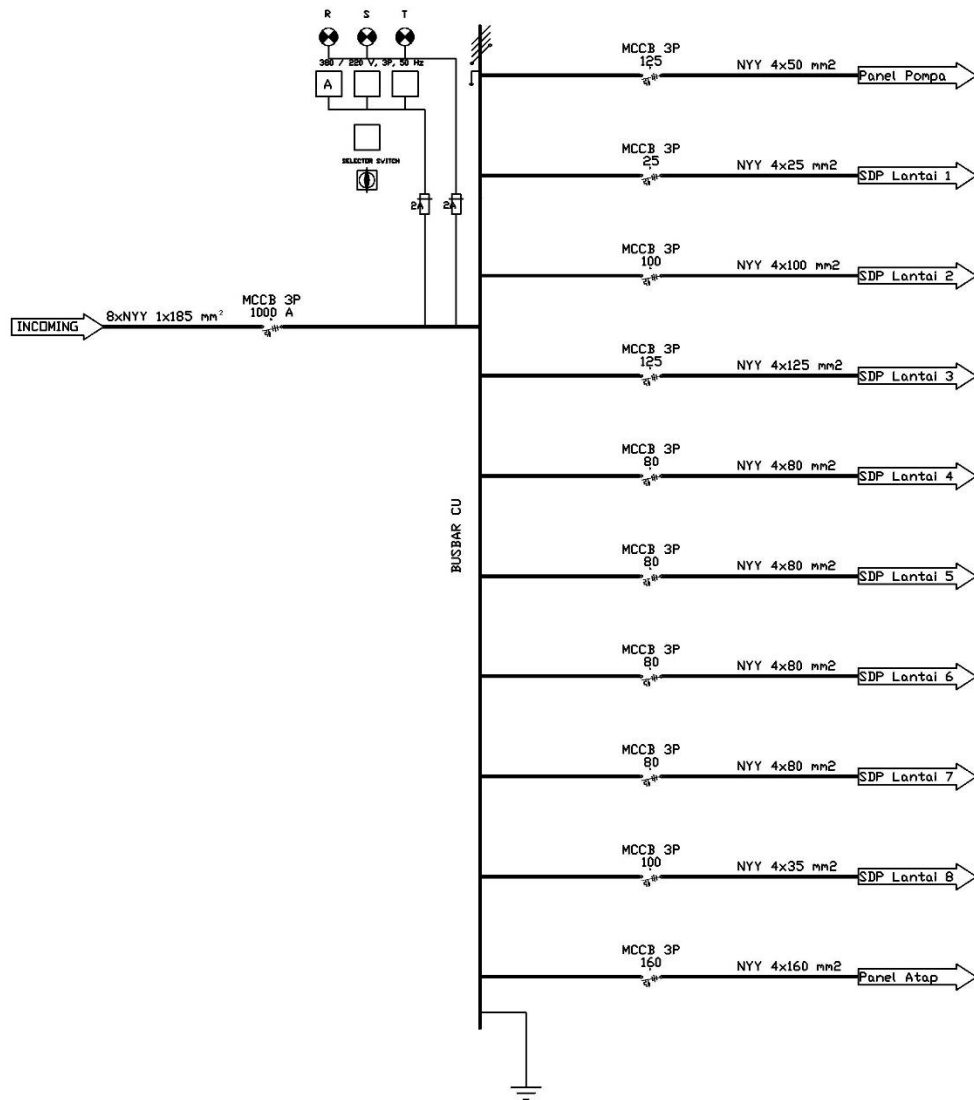
$$\text{Fasa S} = 856,91 \text{ A}$$

$$\text{Fasa T} = 862,35 \text{ A}$$

Gawai proteksi (MCCB) yang digunakan 1000 A. Kabel penghantar yang digunakan 8 x NYFGBY 1 Inti dengan ukuran 185 mm².

Total daya semu beban 1 fase pada fase R 189,88 KVA, fase S 188,52 KVA, fase T 189,71 KVA jadi total daya 3 fase 568,12 KVA.

3.6 Diagram Garis Tunggal Panel Distribusi Utama



Gambar 3. Diagram Garis Tunggal Panel Distribusi Utama.

PENUTUP

Dari hasil analisa perhitungan, simulasi dan perencanaan sistem MEP pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 4.1 Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta total daya semu yang dibutuhkan 568,12 KVA, arus beban pada fase R 863,13 A, fase S = 856,91 A. fase T 862,35 A maka digunakan gawai proteksi MCCB 3 fase dengan kemampuan proteksi 1000 A, dengan kabel penghantar 8xNYFGbY 1 x 185 mm².
- 4.2 Total kebutuhan air bersih pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sebesar 961,4 m³. Kapasitas *ground tank* 2302,437 m³ dengan ukuran 34 m x 34 m x 2 m.
- 4.3 Total kebutuhan air pemadam kebakaran pada gedung 8 lantai sebesar 170,325 m³ dengan kapasitas *standpipe* 1000 GPM pada waktu 30 menit.
- 4.4 Perbandingan hasil perhitungan manual dan simulasi titik lampu terjadi karena di dalam rumus penentuan titik lampu beberapa faktor tidak masuk dalam perhitungan manual yaitu sudut pencahayaan, jarak antar lampu dan lain - lain.

PERSANTUNAN

Puja dan puji syukur alhamdulillah oleh penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmatnya hidayah penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi serta doa yang tak pernah putus.
- 2) Yang terhormat dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, khususnya kepada Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Hasyim Asy'ari, S.T, M.T.
- 3) Teman – teman PLC *team* (Arista Putra P (Praceng), Andri Setiawan (Jimbung), Danang Wijanarko (*El Nglocos Des Ngacenglos*), Faisal Akbarudin (Micin), Muh Jundu (M Kosek), Muh Faisal R,(Amingwati) Mars Dwi C (Marscino), Ridho Surya K (WBt), Ubaidillah (Mkd)).
- 4) Triyana Yulianto, S.T, Elfan Suseno, S.T, Refandri Irawan, S.T, Salasma Kresna A, S.T.
- 5) Teman – teman Jurusan Teknik Elektro.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, S.T., M.T, Hasyim. 2016. *Kuliah Umum Arsitektur MEP*
- Fei Yang (2013) ,*Low-voltage circuit breaker arcs—simulation and measurements*, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710049, People's Republic of China
- Irawan, Refandri (2018), *Perancangan Sistem Mekanikal Elektrikal Pada Pasar Baturetno Wonogiri*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kresna Alvintara, Salasma (2018), *Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal Dan Plumbing pada Gedung Febi Iain Surakarta*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Martin Arthur Fischer and Dean Reed (2008) ,*Benefits and lessons learned of Implementing Building Virtual Design and Construction (VDC) technologies for coordinate*. Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stanford University, Stanford CA USA 94305, and DPR Construction
- PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) (2010), BSN, Jakarta.
- Priyadi, Irnanda (2009) *Optimasi Penggunaan AC Sebagai Alat Pendingin Ruangan*, Staf Pengajar Teknik Elektro UNIB.
- Wang, Lie & Leite, Fernanda. (2016). *Formalized Knowledge Representation For Spatial Conflict Coordination Of Mechanical, Electrical And Plumbing (MEP) System In New Building Projects*.